

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-040362

(43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl.

H05B 33/14

H05B 33/10

H05B 33/22

(21)Application number : 09-203915

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 15.07.1997

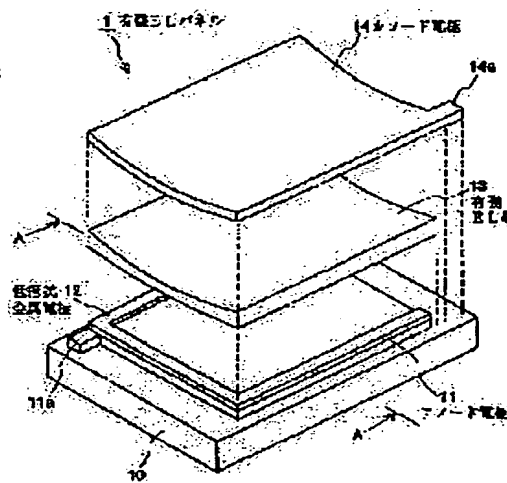
(72)Inventor : YAMADA HIROYASU
SADABETTO HIROYASU
SATO KAZUHITO

(54) ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electroluminescent element with no uneven luminance and its manufacturing method.

SOLUTION: An organic EL(electroluminescent) panel 1 is formed by stacking an anode 11, a low resistant metal electrode 12, an organic EL layer 13, and a cathode 14 on a transparent glass substrate 10. The anode 11 is constituted with ITO (indium tin oxide) and has high sheet resistance. The low resistant metal electrode 12 is formed on the circumferential end of the anode 11. The low resistant metal electrode 12 has low sheet resistance. The organic EL layer 13 is made thinner with increase in distance from the low resistant metal electrode 12. Voltage applied from an anode extraction terminal 11a is almost not dropped in the low resistant metal electrode 12, but produces voltage drop in the anode 11. Since the organic EL layer 13 is made thin in the central part where voltage between the anode and the cathode is low, light having almost the same brightness is emitted in the whole organic EL panel 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.05.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

[Claim 1] An electroluminescent element comprising: a first electrode having a first terminal to which voltage is applied; a second electrode (14) arranged to oppose the first electrode, the second electrode having a second terminal to which voltage is applied, the sheet resistance of the second electrode being lower than that of the first electrode; a light emitting layer provided between the first and second electrodes, the light emitting layer having a light emitting area that emits light the brightness of which corresponds to the voltage between the first and second electrodes and the thickness, the electroluminescent element being characterized in that the thickness of the light emitting layer varies in the thickness direction such that the brightness of the light emitting area is uniform.

[Claim 2] The electroluminescent element according to claim 1, being characterized by a low resistance peripheral electrode provided in a peripheral portion of the first electrode, wherein the thickness of the light emitting layer varies in accordance with the distance from the peripheral electrode.

[Fig. 1]

1 Organic EL Panel
11 Anode Electrode
12 Low Resistance Metal Electrode
13 Organic EL layer
14 Cathode Electrode

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-40362

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 5 B 33/14

33/10

33/22

識別記号

F I

H 0 5 B 33/14

33/10

33/22

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-203915
 (22) 出願日 平成9年(1997) 7月15日

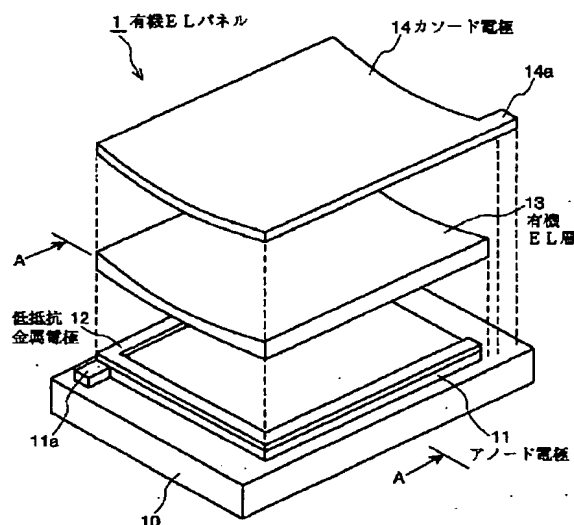
(71) 出願人 000001443
 カシオ計算機株式会社
 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
 (72) 発明者 山田 裕康
 東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
 計算機株式会社青梅事業所内
 (72) 発明者 定別当 裕康
 東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
 計算機株式会社青梅事業所内
 (72) 発明者 佐藤 和仁
 東京都青梅市今井3丁目10番地6 カシオ
 計算機株式会社青梅事業所内

(54) 【発明の名称】 電界発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 輝度むらがない電界発光素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 有機ELパネル1は、透明なガラス基板10上にアノード電極11、低抵抗金属電極12、有機EL層13、及びカソード電極14が積層されたものである。アノード電極11は、ITOによって構成され、シート抵抗が大きい。このアノード電極11の周端部上に低抵抗金属電極12を設ける。低抵抗金属電極12はシート抵抗が小さい。有機EL層13は、低抵抗金属電極12からの距離が大きくなるに従って薄くなっている。アノード電極取り出し端子11aから印加した電圧は、低抵抗金属電極12においてほとんど電圧降下を生じないが、アノード電極11において電圧降下を生じる。これにより、アノード-カソード間電圧が小さくなる中央部は有機EL層13が薄くなっているため、有機ELパネル1全体でほぼ同じ輝度の光を発する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】電圧を印加するための第 1 の端子を設けた第 1 の電極と、

この第 1 の電極に対向して設けられ、電圧を印加するための第 2 の端子を設けた、前記第 1 の電極より低いシート抵抗値を示す第 2 の電極(14)と、

前記第 1、第 2 の電極間に設けられ、前記第 1、第 2 の電極間の電圧とその厚さに応じた輝度で光を発する発光領域を有する発光層とを備え、

前記発光層は、発光領域の輝度が均一になるように層厚 10 方向の厚さが異なっている、

ことを特徴とする電界発光素子。

【請求項 2】前記第 1 の電極の周縁部に形成された低抵抗の周縁電極を備え、

前記発光層は、前記周縁電極からの距離に従ってその厚さを変えている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の電界発光素子。

【請求項 3】前記第 1 の電極は、透明の部材によって構成され、

前記第 2 の電極及び前記周縁電極は、低抵抗の金属によって構成されている、 20

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電界発光素子。

【請求項 4】前記発光層は、有機エレクトロルミネッセンス層によって構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の電界発光素子。

【請求項 5】基板上に第 1 の電極を形成する第 1 の電極形成工程と、

一部に浮遊マスク部を設けたマスクを用い、このマスク 30 に設けられた窓から発光層材料を蒸着させる工程を経ることで、前記第 1 の電極形成工程で形成した前記第 1 の電極の上に、厚さが発光領域によって異なる発光層を形成する発光層形成工程と、

この発光層形成工程で形成した前記発光層の上に第 2 の電極を形成する第 2 の電極形成工程と、

を含むことを特徴とする電界発光素子の製造方法。

【請求項 6】前記発光層形成工程は、それぞれ浮遊マスク部及び窓の形状が異なる複数のマスクを使用し、発光層を形成する工程を複数回繰り返すことによって、前記 40 発光層形成するものである、

ことを特徴とする請求項 5 に記載の電界発光素子の製造方法。

【請求項 7】前記第 1 の電極は、有機エレクトロルミネッセンス素子のアノード電極であり、

前記第 2 の電極は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子のカソード電極であり、

前記発光層は、正孔輸送層と電子輸送層とを有する前記有機エレクトロルミネッセンス素子の有機エレクトロルミネッセンス層であり、 50

前記発光層形成工程は、

前記マスクを使用して、厚さが場所によって異なる前記正孔輸送層を形成する第 1 の工程と、

前記電子輸送層を順に、所定の配置で形成する第 2 の工程とを含む、

ことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の電界発光素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電界発光素子及びその製造方法に関し、特に大面積化しても輝度むらが生じない電界発光素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶ディスプレイなどの平面型ディスプレイのバックライトとして有機 EL (エレクトロルミネッセンス) パネルが知られている。従来より、バックライトとして用いられていた有機 EL パネル 3 は、例えば、図 7 に示すように、透明のガラス基板 30 上に積層されたアノード電極 31 と、有機 EL 層 32 と、カソード電極 33 とから構成されていた。そして、アノード電極 31 の一端には、アノード電極取り出し端子 31a が設けられている。カソード電極 33 の一端には、カソード電極取り出し端子 33a が設けられている。

【0003】ここで、アノード電極取り出し端子 31a 及びカソード電極取り出し端子 33a のそれぞれに所定の電圧を印加し、有機 EL パネル 3 のアノード電極 31 とカソード電極 33 との間に閾値以上の所定の電圧を印加することで、有機 EL 層 32 を電流が流れ、電子と正孔との再結合によって生じたエネルギーを有機 EL 層 32 内の発光層が吸収することで発光する。

【0004】有機 EL 層 32 で発光した光は、アノード電極 31 及びガラス基板 30 を透過して表示される。このため、アノード電極 31 には、一般に透明の ITO (Indium Tin Oxide) が、カソード電極 33 には、反射性を有する低抵抗の Mg (Magnesium) 合金が用いられる。

【0005】しかしながら、アノード電極 31 を構成する ITO はカソード電極 33 より抵抗が高く、アノード電極取り出し端子 31a からの距離が遠くなるに従って印加した電圧が降下する。このため、アノード電極 31 とカソード電極 33 との間の電圧は、アノード電極取り出し端子 31a からの距離が遠くなるに従って小さくなり、有機 EL 層 32 を流れる電流が減少する。このため、従来の有機 EL パネル 3 では、アノード電極取り出し端子 31a からの距離によって輝度にむらができるといった問題があった。

【0006】このようなアノード電極 31 における電圧降下による有機 EL パネル 3 の輝度むらを解決するため、アノード電極 31 を厚く形成することが考えられる。すなわち、アノード電極 31 を厚く形成することに

よってアノード電極 31 の抵抗値を小さくし、アノード電極 31 での電圧降下を防ぐものである。

【0007】しかしながら、低抵抗化のためにアノード電極 31 を厚く形成した場合には、有機 E L 層 32 で発した光のうちアノード電極 31 で吸収される光の量が増加する。特にアノード電極 31 が有機 E L 層 32 で発した光の波長より長い厚さとなると、光の吸収がより多くなり、このため、有機 E L パネル 3 に表示される光が暗くなってしまうという問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記従来技術の問題点を解消するためになされたものであり、輝度むらがない電界発光素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第 1 の観点に係る電界発光素子は、この第 1 の電極に対向して設けられ、電圧を印加するための第 2 の端子を設けた、前記第 1 の電極より低いシート抵抗値を示す第 2 の電極 (14) と、前記第 1、第 2 の電極間に設けられ、前記第 1、第 2 の電極間の電圧とその厚さとに
20 応じた輝度で光を発する発光領域を有する発光層とを備え、前記発光層は、発光領域の輝度が均一になるように層厚方向の厚さが異なっている、ことを特徴とする。

【0010】ここで、前記第 2 の電極は、前記第 1 の電極より低いシート抵抗値を示し、言い換えれば第 2 の電極が厚さ方向に、より低抵抗な材料からなるか、もしくは、同一材料で厚さ及び／または幅を広げることにより達成され、この低抵抗値に基づいて第 2 の電極からの発
30 光層の発光領域への印加電圧のばらつきが、発光輝度がばらつかない程度に均一であることが望ましい。

【0011】この電界発光素子によれば、前記第 1 の電極における電圧降下によって、前記第 1 の電極における電位が発光領域に応じて変わり、各発光領域での前記第 1、第 2 の電極間の電圧が変わっても、前記発光層の厚さもこれに合わせて変えているため、発光輝度が変化しない。このため、この電界発光素子は、例えば、液晶ディスプレイなどの平面型ディスプレイなどのバックライトとして使用する場合など、大面積化しても全体が一緒
40 の輝度で発光し、輝度むらを生じることがない。

【0012】上記電界発光素子は、さらに、前記第 1 の電極の周縁部に形成された低抵抗の周縁電極を備え、前記発光層は、前記周縁電極からの距離に従ってその厚さを変えているものとしてすることができる。

【0013】このように前記第 1 の電極の周縁部に形成した低抵抗の周縁電極における電圧は、場所によって変化することがほとんどない。このため、前記第 1 の電極における電圧の変化は、前記周縁電極からの距離によって決めることができる。このため、前記発光層を、例えば、周縁部では厚く、中心部では薄くすることができる
50

ので、前記発光層を形成するとき、輝度むらが生じないように場所によってその厚さを変えることが容易になる。このとき、周縁電極は、発光層の周縁全体に連続して形成しても、周縁に断続的に形成してもよい。

【0014】上記電界発光素子において、前記第 1 の電極は、透明の部材によって構成され、前記第 2 の電極及び前記周縁電極は、低抵抗の金属によって構成されていることを好適とする。

【0015】すなわち、前記発光層が発した光を外部に放出するためには、一方の電極を透明の部材で構成し、反射性を有する金属とすることが望ましい。ここで、前記第 2 の電極として用いられる低抵抗の金属には、Mg、Ti などのシート抵抗が低い様々な金属があるが、金属であるが故に可視光に対して反射性を有するものである。一方、電極として用いられる透明の部材は、ITO が一般的であるが、Mg、Ti などの金属に比べると比較的シート抵抗が高く、電圧降下が生じやすい。ITO で構成された電極における電圧降下を防ぐためには、電極を厚くすればよいが、こうすると放射される光の光
20 量が減少する。このため、低抵抗の金属で周縁抵抗を構成することにより、放射される光の光量を減少させることなく、前記第 1 の電極における電圧降下をかなりの範囲で防ぐことができる。

【0016】上記電界発光素子において、前記発光層は、例えば、有機エレクトロルミネッセンス層によって構成されているものとしてすることができる。

【0017】また、上記目的を達成するため、本発明の第 2 の観点に係る電界発光素子の製造方法は、基板上に第 1 の電極を形成する第 1 の電極形成工程と、一部に浮遊マスク部を設けたマスクを用い、このマスクに設けられた窓から発光層材料を蒸着させる工程を経ることで、前記第 1 の電極形成工程で形成した前記第 1 の電極の上に、厚さが発光領域によって異なる発光層を形成する発
30 光層形成工程と、この発光層形成工程で形成した前記発光層の上に第 2 の電極を形成する第 2 の電極形成工程と、を含むことを特徴とする。

【0018】この電界発光素子の製造方法では、前記発光層材料を蒸着させる工程で、前記浮遊マスク部と前記第 1 の電極形成工程で形成した前記第 1 の電極との間の隙間に、蒸発した前記半導体物質が回り込む。この半導体物質が回り込む量は、前記窓からの距離が遠くなるのに従って少なくなる。このため、厚さが発光領域に応じて異なる発光層を容易に形成することができる。

【0019】上記電界発光素子の製造工程において、前記発光層形成工程は、それぞれ浮遊マスク部及び窓の形状が異なる複数のマスクを使用し、発光層を形成する工程を複数回繰り返すことによって、前記発光層形成するものとしてすることができる。

【0020】この場合、面積が大きい電界発光素子を形成する場合にも、発光領域に応じて前記発光層の厚さを
50

変えることを容易に行うことができる。

【0021】また、上記電界発光素子の製造工程において、前記第1の電極は、有機エレクトロルミネッセンス素子のアノード電極であり、前記第2の電極は、前記有機エレクトロルミネッセンス素子のカソード電極であり、前記発光層は、正孔輸送層と電子輸送層とを有する前記有機エレクトロルミネッセンス素子の有機エレクトロルミネッセンス層であり、前記発光層形成工程は、前記マスクを使用して、厚さが場所によって異なる前記正孔輸送層を形成する第1の工程と、前記電子輸送層を順に、所定の配置で形成する第2の工程とを含む、ものとすることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。この実施の形態では、本発明を液晶パネルを備える携帯情報端末のバックライトとして用いられる有機ELパネルに適用した場合について説明する。

【0023】図1は、この実施の形態の有機ELパネル1の構成を模式的に示す図であり、図2は、図1の有機ELパネル1のA-A線断面図である。図示するように、この有機ELパネル1は、透明なガラス基板10上にアノード電極11、低抵抗金属電極12、有機EL層13、及びカソード電極14が順に積層されて形成されたものである。

【0024】アノード電極11は、ガラス基板10の上にフォトリソグラフィ法によって形成されている。アノード電極11は、膜厚が2000Åの透明のITOからなり、有機EL層13で発した光を透過する。アノード電極11のシート抵抗は、 $8\Omega/\square$ である。アノード電極11の一端部には、アノード電極11に電圧を印加するためのアノード電極取り出し端子11aが設けられている。

【0025】低抵抗金属電極12は、アノード電極11の周縁部に真空蒸着法によって形成されている。低抵抗金属電極12は、MgまたはMg合金から構成されており、アノード電極取り出し端子11aから遠い部分においても、アノード電極取り出し端子11aから印加した電圧の電圧降下が生じないようにするものである。

【0026】有機EL層13は、バックライトとして用いるための白色光を発するために、真空蒸着法によって、赤(R)、緑(G)、青(B)用の3種類の有機EL層を所定の順序で複数形成している。有機EL層13は、図3に示すように、アノード電極11の上に正孔輸送層13aがR、G、B共通に形成されている。正孔輸送層13aは、図2に示すように、低抵抗金属電極12からの距離に応じて層厚が異なるようにその層厚を変えて形成されている。正孔輸送層13aの上には、R用の電子輸送性発光層13r、G用の電子輸送性発光層13g、B用の発光層13ba及び電子輸送層13bbが所

定の順序で形成されている。

【0027】R、G、B共通の正孔輸送層13aは、 α -NPDからなる。R用の電子輸送性発光層13rは、DCM1が分散されたAlq3からなる。G用の電子輸送性発光層13gは、Bebq2からなる。B用の発光層13baは、96重量%のDPVBiと4重量%のBCzVBiからなる。B用の電子輸送層13bbは、Alq3からなる。これらの電子輸送性発光層あるいは電子輸送層及び発光層は、マスクを用いることによって、R、G、Bのそれぞれのものが順に形成される。

【0028】アノード電極11とカソード電極14との間に閾値以上の電圧を印加したときに、正孔輸送層13aからは正孔が注入され、電子輸送性発光層13r、13gあるいは電子輸送層13bbからは電子が注入される。この正孔と電子とが再結合することによって励起されたエネルギーを電子輸送性発光層13r、13gまたは発光層13baが吸収することによって、それぞれR、G、Bの光が発せられる。有機ELパネル1は、R、G、B用それぞれの有機EL層から発したR、G、Bの3色が加法混色されることで、白色光を発するものである。このとき、発光する領域は、有機EL層13のアノード電極11とカソード電極14とが重なる部分である。

【0029】正孔輸送層13aを低抵抗金属電極12からの距離に応じて層厚が異なるように形成することで、有機EL層13全体の層厚が低抵抗金属電極12からの距離に応じて異なるものとなっている。すなわち、低抵抗金属電極12から距離が遠くなる中央部の領域(a)では、有機EL層13の層厚は、900Å程度である。一方、低抵抗金属電極12近傍の領域(b)では、有機EL層13の層厚は、1000Å程度である。このように低抵抗金属電極12からの距離に応じて有機EL層13の層厚を変えることによって、有機EL層13の電圧-輝度特性が場所毎に異なるものとなる。

【0030】カソード電極14は、有機EL層13の上に真空蒸着法によって形成されている。カソード電極14は、膜厚が5500ÅのMgまたはMg合金等の低仕事関数材料からなり、有機EL層13で発した光を反射する。カソード電極14のシート抵抗は、 $0.3\Omega/\square$ である。カソード電極14の一端部のアノード電極取り出し端子11aの対角線側には、カソード電極14に電圧を印加するためのカソード電極取り出し端子14aが設けられている。

【0031】この有機ELパネル1は、前述したように携帯情報端末の液晶ディスプレイのバックライトとして使用されるものであり、ガラス基板10を光が透過する部分(表示領域)の面積は、 $6\times 9\text{cm}$ 程度である。また、有機ELパネル1の有機EL層13の厚さは低抵抗金属電極12からの距離によって異なっており、電圧-輝度特性は、領域(a)では図4(A)に、領域(b)

では図4(B)に示すものとなる。

【0032】この有機ELパネル1は、ガラス基板10にアノード電極11、低抵抗金属電極12、有機EL層13及びカソード電極14が形成されたものであった。これらは実際には、封止部材(図示せず)によって封止されている。

【0033】以下、この実施の形態の有機ELパネル1の製造方法について、図5(A)～(F)を参照して説明する。ここでは、図1のA-A線断面に従って有機ELパネル1の製造工程を順次説明する。

【0034】まず、ガラス基板10の上の全面にスパッタ法でITOの薄膜を堆積させる。そして、堆積させたITOのうち不要部分、すなわちアノード電極取り出し端子11aの部分を残した周辺部をフォトリソグラフィにより取り除く。これにより、ガラス基板10上にアノード電極11を形成する(工程(A))。

【0035】次に、工程(A)で形成したアノード電極11の周縁部の部分に窓を設けたメタルマスクを使用し、MgまたはMg合金を真空蒸着して低抵抗金属電極12を形成する(工程(B))。

【0036】次に、メタルマスク2を使用して、 α -NPDを真空蒸着する。図6(A)はメタルマスク2の平面図、図6(B)は図6(A)のB-B線断面図である。ここで用いるメタルマスク2は、図6(A)(B)に示すように、平面マスク部2aと、平面マスク部2aと高さを変えて形成した浮遊マスク部2bと、窓2cとからなるものである。このメタルマスク2を使用して真空蒸着を行う場合、蒸発した α -NPDは窓2cから侵入し、窓2cの部分に蒸着する。また、工程(A)で形成したアノード電極11と浮遊マスク部2bとの間に隙間があることにより、この隙間に蒸発した α -NPDが回り込んで蒸着する。ここで、回り込む α -NPDの量は、窓から遠くなるに従って少なくなる。これにより、所定の傾斜がついた α -NPDの層、すなわち正孔輸送層13aの一部が形成される(工程(C))。

【0037】次に、浮遊マスク部がなく、窓のみが開けられたメタルマスクを使用し、工程(A)で形成したアノード電極11及び工程(C)で形成した α -NPDの層の上に、さらに α -NPDを真空蒸着して正孔輸送層13a全体を形成する(工程(D))。

【0038】次に、B用の発光層13baを形成する部分の配置に合わせて窓を開けた、メタルマスクを使用して、工程(C)、(D)で形成した正孔輸送層13aの青色発色領域上にDPVBiとBCzVBiとを所定の比率で混合して真空蒸着し、B用の発光層13baを形成する。その上に、同じメタルマスクを使用して、Alq3を真空蒸着し、B用の電子輸送層13bbを形成する。さらに、窓の配置がそれぞれ異なるメタルマスクを使用して、工程(C)、(D)で形成した正孔輸送層13aの赤色発色領域上にDCM1が分散されたAlq

3、及び緑色発色領域上にBebq2を真空蒸着し、R用及びG用の電子輸送性発光層13r、13gを形成する。これにより、有機EL層全体が形成される(工程(E))。

【0039】次に、工程(E)で形成した電子輸送性発光層13r、13gあるいは電子輸送層13bbの上に、これらの層よりわずかに面積が小さく、かつ、カソード電極取り出し端子14aの部分にも窓を開けたメタルマスクを使用して、カソード電極14を形成する(工程(F))。

【0040】そして、以上の(A)から(F)の工程で形成したアノード電極11、低抵抗金属電極12、有機EL層13、及びカソード電極を封止部材で封止して、有機ELパネル1が製造される(この工程は、図示せず)。

【0041】以下、この実施の形態の有機ELパネル1の発光動作について説明する。有機ELパネル1を発光させるために、領域(b)における有機EL層13の厚さ方向への供給電圧がほぼ4Vとなるように、アノード電極取り出し端子11aとカソード電極取り出し端子14aとの間にドライバ(図示せず)から所定の電圧を印加する。ここでは、アノード電極取り出し端子11aに4V、カソード電極取り出し端子14aに0Vの電圧を印加する。

【0042】アノード電極取り出し端子11aに印加した電圧は、低抵抗金属電極12にも印加される。低抵抗金属電極12は抵抗が小さいため、有機EL層13を電流が流れても、この印加された電圧はほとんど降下せず、低抵抗金属電極12の電位は全面がほぼ4Vとなる。アノード電極11aはシート抵抗が $8\Omega/\square$ と大きいので、低抵抗金属電極12と接する部分での4Vの電圧が、有機EL層13を電流が流れることにより低抵抗金属電極12から遠くなるに従って降下する。そして、アノード電極11aの中央部の領域(a)での電圧は、ほぼ3.6Vとなる。一方、領域(b)ではさほど電圧が降下しておらず、電圧がほぼ4Vとなる。

【0043】一方、カソード電極取り出し端子14aに印加した電圧は、カソード電極14のシート抵抗が $0.3\Omega/\square$ と小さいため、カソード電極14において有機EL層13を流れる電流によってもほとんど変わらない。すなわち、カソード電極14全体の電圧はほぼ0Vとなる。

【0044】これにより、アノード電極11とカソード電極14との間の電圧は、領域(a)においては約3.6V、領域(b)においては約4Vとなる。従って、図4(A)、(B)の電圧-輝度特性図に示すように、有機ELパネル1は、領域(a)においては約560cd/m²の輝度で、領域(b)においても約560cd/m²の輝度で発光する。

【0045】なお、領域(a)と領域(b)との中間の

領域におけるアノード電極 11 とカソード電極 14 との間の電圧は、3.6V と 4V の間の値となるが、有機 EL 層 13 の厚さも両者における厚さの間になる。このため、領域 (a) 及び領域 (b) 以外における発光輝度も領域 (a) 及び領域 (b) における発光輝度とほぼ同じ約 560 cd/m² になる厚さに設定されている。

【0046】以上説明したように、この実施の形態の有機 EL パネル 1 は、電圧降下に依りて有機 EL 層 13 の層厚を変えたことによって、表示領域のどの場所でもほぼ同一輝度で発光する。このため、有機 EL パネル 1 の場所の違いによる輝度むらを生じることがない。この実施の形態の有機 EL パネル 1 は、大面積化しても輝度むらを生じないため、液晶ディスプレイなどの平面型ディスプレイのバックライトとして用いるのに好適である。

【0047】また、この実施の形態の有機 EL パネル 1 では、ITO からなるアノード電極 11 の周縁部に、Mg または Mg 合金からなる低抵抗金属電極 12 を設けている。ここで、低抵抗金属電極 12 においては、アノード電極取り出し端子 11a から印加した電圧がほとんど降下することがない。このため、アノード電極 11 による電圧降下は、低抵抗金属電極 12 からの距離によって定まるので、有機 EL 層 13 の厚さを中心部では薄く、周縁部では厚くすることができる。また、低抵抗金属電極 12 を設けたことによって ITO からなるアノード電極 11 を薄く形成してもかなりの部分で電圧降下を防ぐことができ、放射する光の輝度を高くすることができる。

【0048】また、この実施の形態の有機 EL パネル 1 の製造工程において、メタルマスク 2 の浮遊マスク部 2b と形成されたアノード電極 11 との間に、 α -NPD が回り込んで真空蒸着されるので、正孔輸送層 13a については有機 EL 層 13 の層厚を変えることが容易になるようになる。

【0049】上記の実施の形態では、ITO からなるアノード電極 11 の周縁部上に、Mg または Mg 合金からなる低抵抗金属電極 12 を形成していた。そして、この低抵抗金属電極 12 からの距離に従って有機 EL 層 13 の厚さを決めていた。しかしながら、アノード電極上に低抵抗金属電極を形成しなくても、カソード電極取り出し端子から距離が遠くなるに従って、すなわちアノード電極において電圧降下が生じるのに従って有機 EL 層 13 の厚さを薄くしてもよい。

【0050】上記の実施の形態では、ITO からなるアノード電極 11 をガラス基板 10 側に形成し、有機 EL 層 13 で発した光がアノード電極 11 及びガラス基板 10 を透過して表示されるようにしていた。しかしながら、ITO からなるアノード電極をカソード電極に対して基板から遠い方に形成してもよい。この場合、基板側に形成した Mg または Mg 合金からなるカソード電極の上に電子輸送性発光層あるいは電子輸送層及び発光層を

形成してから、メタルマスクを用いて領域により層厚が異なる正孔輸送層を形成すればよい。そして、この正孔輸送層の周縁部上に Mg または Mg 合金からなる低抵抗金属電極を形成し、その上に ITO からなるアノード電極を形成すればよい。この場合、有機 EL 層で発した光は、アノード電極を透過し、基板の反対側に表示されることとなる。

【0051】上記の実施の形態では、アノード電極 11 に透明の ITO を、カソード電極 14 に Mg または Mg 合金などの低抵抗金属を使用していた。しかしながら、カソード電極に ITO を、アノード電極に低抵抗金属を使用してもよい。この場合も、カソード電極周縁部に設ける低抵抗金属電極及び有機 EL 層の層厚によって、有機 EL パネル内での発光輝度を一様にするができる。また、カソード電極及び低抵抗金属電極には、Ti (Titanium) など、シート抵抗が小さい Mg または Mg 合金以外の他の金属を用いることもできる。

【0052】上記の実施の形態では、有機 EL パネル 1 に R、G、B の 3 種類の有機 EL 層を所定の順序で配置し、R、G、B の 3 色の光の加法混色によって白色光を表示していた。このように R、G、B の 3 種類の有機 EL 層を配置する代わりに、白色光を発する層を有する電界発光素子に本発明を適用することもできる。また、R、G、B 用の 3 種類の有機 EL パネルを重ねて配置することで、白色光を発する有機 EL パネルを形成することもできる。この場合は、R、G、B 用の有機 EL パネルのそれぞれについて上記のように有機 EL 層の厚さを変えることができる。また、本発明は白色光を発するものばかりでなく、任意の色の光を発する電界発光素子に適用することができる。

【0053】上記の実施の形態では、有機 EL パネル 1 の正孔輸送層 13a の層厚を低抵抗金属電極 12 からの距離に応じて異ならせるため、浮遊マスク部 2b を設けたメタルマスク 2 を用いていた (図 5 の工程 (C))。この工程において、形状の異なる複数のメタルマスクを用いて、複数工程を経て正孔輸送層 13a を形成してもよい。この場合、有機 EL パネルが大面積のものであっても、場所によって正孔輸送層 13a の厚さを変えることが容易になる。

【0054】上記の実施の形態では、浮遊マスク部 2b を設けたメタルマスク 2 を用いることによって、正孔輸送層 13a に層厚を場所によって変えていた。しかしながら、正孔輸送層の層厚を場所に応じて異ならせるための方法はこれに限られない。例えば、窓の位置、大きさが異なる複数のメタルマスクを使用し、それぞれのメタルマスクを使用した複数工程の真空蒸着を経ることで、正孔輸送層 13a の層厚が低抵抗金属電極 12 からの距離に応じて異なるようにしてもよい。

【0055】上記の実施の形態では、本発明を液晶パネルを備える携帯情報端末のバックライトとして用いる有

機ELパネル1に適用した場合について説明した。しかしながら、本発明は、電極間に所定の電圧を印加することで発光する他の用途に用いられる有機EL素子にも用いることができる。また、無機EL素子など、電界によって発光し、電極間に同一の電圧を印加しても電極間の層厚によって発光量が変化する他の発光素子にも適用することができる。さらに、大きさも小ささまざまなものに適用することができる。

【0056】

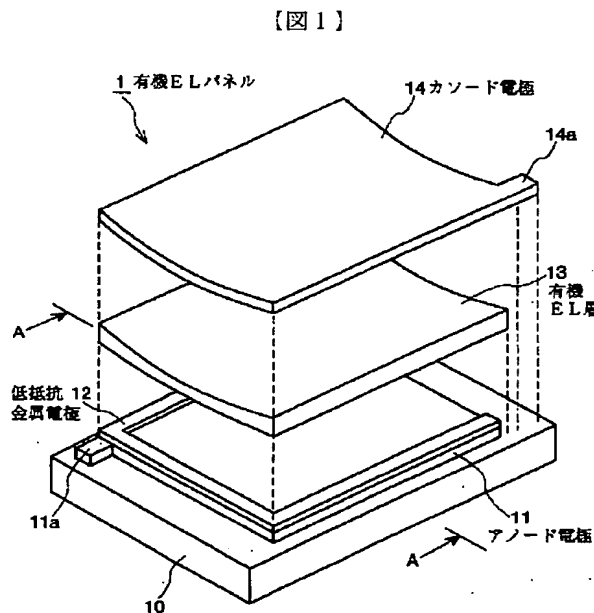
【発明の効果】以上説明したように、本発明の電界発光素子によれば、電極に印加した電圧の電圧降下によって輝度むらを生じることがない。

【0057】また、電極の周縁部に低抵抗の周縁電極を設けることによって、電極での電圧降下による電圧の変化を、ほぼ周縁電極からの距離によって決めることができる。このため、発光層の厚さを、例えば、周縁部では厚く、中心部では薄くすることができるので、輝度むらが生じないように場所によってその厚さを変えた発光層を形成することが容易になる。

【0058】また、本発明の電界発光素子の製造方法によれば、浮遊マスク部を設けたマスクを用いることで、窓から浮遊マスクの領域に発光層を潜り込ませることができるので、場所によって厚さが異なる発光層を容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の有機ELパネルの構成を*



*模式的に示す図である。

【図2】図1の有機ELパネルのA-A線断面図である。

【図3】図1の有機ELパネルの有機EL層で白色光を発生するための赤、緑、青の3種類の有機EL層の構造を示す図である。

【図4】図1の有機ELパネルの電圧-輝度-効率特性を示す図であり、(A)は領域(a)におけるもの、(B)は領域(b)におけるものである。

【図5】図1の有機ELパネルの製造工程の説明図である。

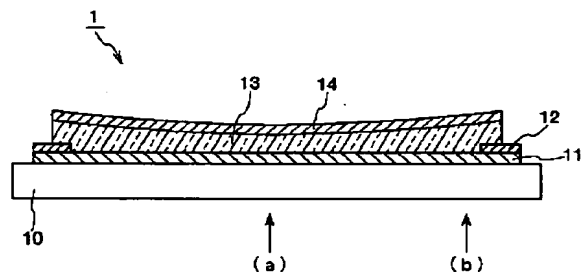
【図6】図5の工程(C)で用いられるメタルマスクの構成を示す図であり、(A)は平面図、(B)は(A)のB-B線断面図である。

【図7】従来例の有機ELパネルの構成を模式的に示す図である。

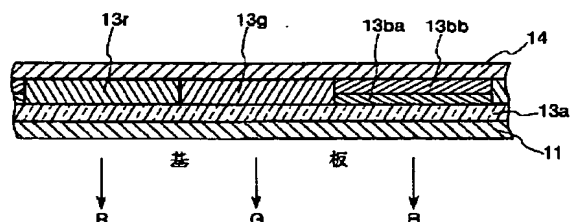
【符号の説明】

1…有機ELパネル、10…ガラス基板、11…アノード電極、11a…アノード電極取り出し端子、12…低抵抗金属電極、13…有機EL層、13a…正孔輸送層、13r、13g…電子輸送性発光層、13ba…発光層、13bb…電子輸送層、14…カソード電極、14a…カソード電極取り出し端子、2…メタルマスク、2a…平面マスク部、2b…浮遊マスク部、2c…窓

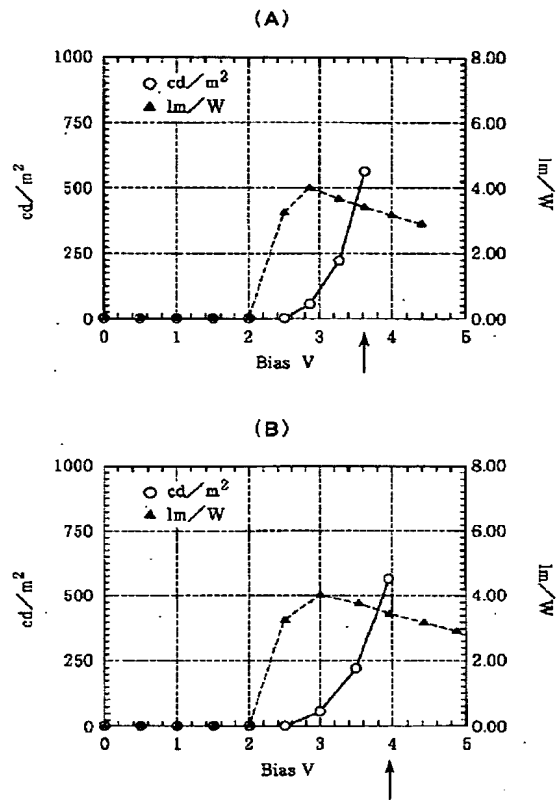
【図2】



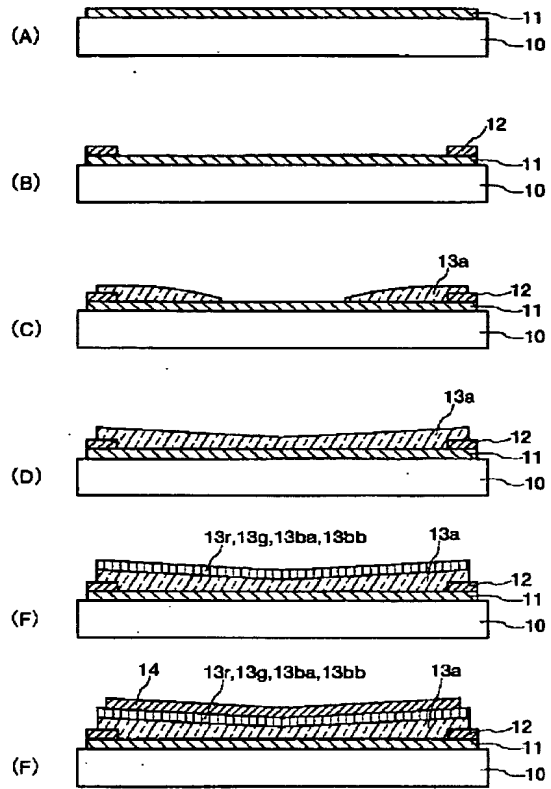
【図3】



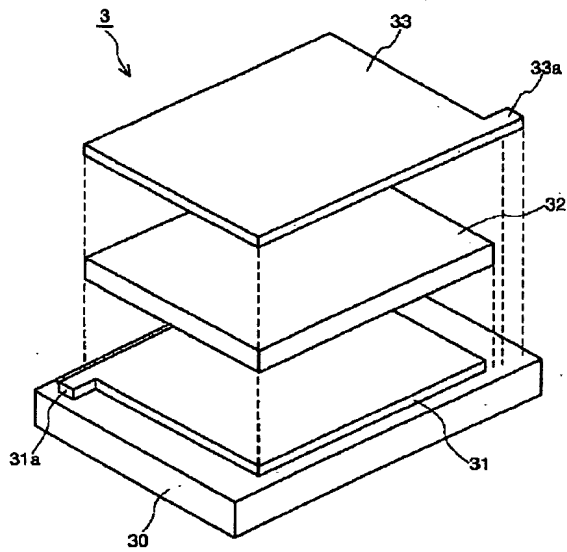
【図4】



【図5】



【図7】



【図 6】

